

# 海下作业系统

[美] H.R.托肯顿 著

海洋出版社





200356792

17189

# 海下作业系统

【美】H. R. 托肯顿 著

黄 孟 南 译  
崔 占 迎  
朱 谦 才 校



00287340



5742 Lc

海 洋 出 版 社

1984年·北京

## 内 容 简 介

《海下作业系统》是美国海洋工程系列丛书的第一本。它全面介绍了进行海下作业所采用的各种系统及其所适用的场合；详细叙述了设计和操作海下作业系统的一些极为重要的环境因素，提出了海下作业系统的设计原则；对于载人、非载人、独立型和系统型等作业系统的利弊作了综合分析，介绍了它们的设备组成和材料选用，并着重于现代技术的应用；详细阐述了系统中各部件的制造及其组装和试验中所采用的技术；另外，还介绍了目前使用的一些有代表性的系统以及各系统的综合应用。本书不仅对从事于海下作业系统的科研、工程及教学人员，而且对那些想投身于未来的海洋开发事业的人们，都是一本很好的入门和参考书。

## UNDERSEA WORK SYSTEMS

Howad R. Talkington

(U.S. Naval Ocean Systems Center)

### 海下作业系统

〔美〕H. R. 托肯顿 著

黄孟南 译

崔占迎

朱谦才 校

---

海洋出版社出版

(北京市复兴门外大街)

新华书店北京发行所发行 海洋出版社印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张 6 1/4；字数：130千字

1984年1月第一版 1984年1月第一次印刷

印数：3,000册

---

统一书号：13193·0293 定价1.00元

## 序 言

人们为了从海洋攫取日常生活必需的生活资源，正在把注意力转向海洋，因此，发展供海洋勘探和开发所需的新型设备便成为当务之急。几个世纪以来，海洋一直是运输的主要通道，也是向人们提供食物的宝库。当今，人们对食物的需求量越来越大，因此必须研制和发展新技术和新设备，以便从海洋获得更多的食物资源。另外，海洋中蕴藏着丰富的石油和天然气，深海海床上聚积着大量矿结核，从中可获得许多有价值的东西，这使得发展海下作业系统的工作显得尤为重要和迫切。新兴的海下作业系统，采用了新技术和新材料，它为年轻的海洋工业奠定着基础。这本书所要讨论的内容就是有关海下作业系统的各种问题。

书中收集的资料是为了使读者对海下作业系统的内容有所了解，即怎样考虑、设计、制造和操作海下作业系统。首先，应该明确我们发展海下作业系统是为了在海中完成作业任务。为此，最重要的是必须对所进行的作业任务有透彻的了解，然后在考虑了作业系统中怎样安置操作人员，如何克服海面和海下的环境因素，根据什么原则选择水面支持船以及在海中怎样有效地实现所要求的作业功能等问题以后，才可着手海下作业系统的具体设计。

这本书的内容编排将向从事海下作业系统的未来设计者或操作者介绍海下作业系统研制和使用各个阶段的工作，即确定任务内容，根据任务要求提出方案；选择合适的设备和

材料；以及系统的组合和投入使用前的试验。书中提供了目前投入使用的一些系统的情况，并列举了它们所执行的一些特别复杂的作业任务的操作实例，最后，利用前面各章所提供的手段和方法，介绍了一个海下作业系统综合应用的实例。它是根据目前世界上实际需要而综合组成的一个复杂海下作业系统。

在本书每章之后都附有参考文献，供那些希望对某些专题有更深了解的读者参考。

在为这本书准备资料的过程中，许多公司和个人提供了有关他们产品及研制规划的资料，给予不少帮助，在此表示诚挚的感谢。

H. R. 托肯顿

## 译 者 的 话

《海下作业系统》是美国海洋工程系列丛书中的第一本，这部丛书是由美国海洋技术协会组织的，将陆续出版发行。

自六十年代初以来，在海洋石油、天然气和其它丰富矿产的吸引下，人们一直在为发展海下工程作业所必需的技术和装备进行着不懈的努力，以对付在开发和利用海洋资源中所面临的新的严峻挑战。今天，海洋工程已作为一个新的技术领域出现在人们面前，它专门研究和发展在海洋这个特殊环境中进行作业的工程技术。《海下作业系统》这本书综述了当今进行海下作业所采用的技术和装备，并对在设计和建造海下作业系统中所遇到的各种复杂问题作了详细阐述，提供了为从事该领域工作所需要的实用资料。这本书对了解、熟悉以及掌握海下作业系统的设计、制造和使用都会有一定的帮助。但它毕竟是一个新兴的领域，不少技术和装备仍在不断完善之中，有些问题还有待进一步解决。

我国海洋工程技术的研究和发展起步较晚，与世界现有水平存在较大差距，但是，我国的海洋开发事业已迅速崛起，急需有现代的技术装备能提供实际使用。在这种情况下，将国外的技术和装备介绍给我国从事该领域工作的有关人员是十分有益的，它将对发展我国自己的海洋工程技术有所促进。

这本书共分十一章，其中一至七章由黄孟南翻译，朱谦才校对，八至十一章由崔占迎翻译，黄孟南校对；另外，黄

孟南对全书文字及术语作了修正和统一，但由于海下作业系统是一个新的技术领域，不少工程术语很少有确切的资料可供遵循，再加上译者的水平有限，书中不妥及错误之处在所难免，恳切希望读者予以批评指正。

该书翻译过程中，王季芳同志给予了多方面的帮助，借此表示感谢。

# 目 录

|            |                         |           |
|------------|-------------------------|-----------|
| <b>第一章</b> | <b>绪论</b> .....         | <b>1</b>  |
| <b>第二章</b> | <b>水下作业任务</b> .....     | <b>4</b>  |
|            | 应急情况下的任务.....           | 4         |
|            | 商业开发活动.....             | 6         |
|            | 科学考察活动.....             | 8         |
|            | 按规章进行的监测.....           | 12        |
|            | 试验.....                 | 14        |
| <b>第三章</b> | <b>环境因素</b> .....       | <b>16</b> |
|            | 压力.....                 | 16        |
|            | 海底.....                 | 16        |
|            | 海洋水域.....               | 17        |
|            | 化学和生物学.....             | 18        |
|            | 海面.....                 | 19        |
| <b>第四章</b> | <b>潜水器系统的设计思想</b> ..... | <b>21</b> |
|            | 水中运行器和潜水员.....          | 21        |
|            | 载人潜水器.....              | 23        |
|            | 非载人潜水器.....             | 26        |
|            | 方案选择.....               | 29        |
| <b>第五章</b> | <b>潜水器的材料和组件</b> .....  | <b>35</b> |
|            | 材料.....                 | 35        |
|            | 传感元件.....               | 43        |
|            | 导航.....                 | 51        |

|            |                         |            |
|------------|-------------------------|------------|
|            | 作业工具.....               | 54         |
|            | 动力源.....                | 60         |
|            | 推进.....                 | 62         |
| <b>第六章</b> | <b>设计、建造和试验.....</b>    | <b>66</b>  |
|            | 布置.....                 | 66         |
|            | 设备的相互关系.....            | 71         |
|            | 试验.....                 | 72         |
|            | 技术文件.....               | 74         |
| <b>第七章</b> | <b>支持性服务.....</b>       | <b>75</b>  |
|            | 水面支持船.....              | 75         |
|            | 支持船上的下水回收系统.....        | 80         |
|            | 支持船上的设备.....            | 83         |
|            | 运输.....                 | 86         |
|            | 基地支持.....               | 86         |
| <b>第八章</b> | <b>海下作业系统现状.....</b>    | <b>88</b>  |
|            | 非载人系统型潜水器.....          | 88         |
|            | 拖曳型非载人潜水器.....          | 111        |
|            | 自航式非载人潜水器.....          | 112        |
|            | 潜水员系统.....              | 114        |
|            | 载人潜水器.....              | 120        |
| <b>第九章</b> | <b>海下作业系统的使用经验.....</b> | <b>136</b> |
|            | 营救PISCES-Ⅲ潜水器.....      | 136        |
|            | 海下塔架的修理.....            | 144        |
|            | 安装Cognac平台的底座.....      | 148        |
|            | 回收飞机的飞行记录仪.....         | 151        |
|            | 海下作业系统的安全性.....         | 152        |
| <b>第十章</b> | <b>系统综合.....</b>        | <b>159</b> |

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| 系统介绍.....                          | 159        |
| 系统的使用.....                         | 162        |
| 海洋工程所面临的挑战.....                    | 162        |
| 技术进展.....                          | 179        |
| <b>第十一章 海下资源开发对海洋工程提出的新课题.....</b> | <b>180</b> |
| 海底采油系统.....                        | 180        |
| 海洋热能转换 (OTEC) 工程.....              | 182        |
| 海下防喷.....                          | 185        |

# 第一章 绪 论

1966年复活节前的一个星期四，在离西班牙帕洛马雷斯 Palomares 小镇几海里的地中海海区，从海底打捞起一枚氢弹，于是结束了这场动用当时最多的水下作业设备所进行的打捞活动。在长达81天的打捞工作中，为探测氢弹所在的海底深度，调用了独立式水中运行器、潜水员、小型和大型载人潜水器、拖带型及自航型非载人潜水器以及庞大的水面支持船队。在氢弹回收出水的第二天，即星期五，为打捞活动的参与者举行检阅仪式，给予在这次大规模打捞活动中完成了各自使命的数百名参与者以莫大的荣誉。当各种潜水器和支持船通过旗舰奥尔巴尼 (USS Albany) 号时，来自世界各地的庞大新闻出版代表团在现场作了采访。这枚氢弹是由支持船 USS Petrel 上的船员通过非载人遥控潜水器 CURV-I 打捞出水的。

搜索失落在海底的氢弹，并最终将它回收出水，显示了水下作业系统的许多功能。首先必须确定作业现场的大致位置，建立起水面导航系统，弄清水面和水下的环境情况以及建立所需要的预先估测的设备。然后迅速部署水面支持船并在统一指挥下予以调度。根据对水下情况的初步判断，确定为进行搜索所需要的各类传感器件。传感器件的种类繁多，从潜水员的眼睛、摄影机、甚至于采用旁视声纳。传感器件的运送工具包括潜水员自身以及许多载人和非载人的潜水器，它们都得在各导航系统控制下进行工作。在辨认和确定

氢弹所在位置以后，便得准备为系结和起吊氢弹所需的工具，并指派潜水器将这些工具运送到海底，然后进行回收作业。

在这次打捞作业中，几乎动用了所有的海下作业系统，但鉴于当时的技术水平，这次打捞只是凭蛮干才获得成功的，也就是说，不惜花很长时间，投入大量人力，使用很多设备才获得成功的。自1966年以来，随着技术上的进步，使这些装备的有效性及综合作业能力有了很大提高。我们说到“海下作业系统”时所指的装置和设备就是前面讲到的打捞作业中所介绍的那些内容。与海下作战系统不同，它们是使海下作业获得成功的工具。作业系统包括传感器件，导航设备，作业工具以及携带和安置这些设备的运载工具。作业系统的型式各有不同，从配戴独立式呼吸装具的潜水员到备有多种仪表设备的复杂潜水器，而潜水员只能在自身体力许可范围内实现系统的作业要求。

本书是为那些对海下作业系统感兴趣的人们作为入门和参考而写的。我们想通过本书说明什么是海下作业系统，这些系统的用途以及怎样使用它们。我们从确定进入海洋的要求开始叙述，其中包括商业和科研活动以及政府机构所提出的水下作业任务。在书中，我们要明确指出对系统设计和操作极为重要的一些环境因素。另外还根据任务要求及限制条件对潜水器系统的设计构思予以介绍。对于载人、非载人、独立式以及系缆型等系统的利弊进行综合分析。介绍组成作业系统的设备及材料时，着重于现代技术的发展，同时也指出其中的不足。详细阐述各部件的制造，系统的组装以及试验中采用的技术，最后还讨论操纵各种作业系统和执行各项任务所需要的水面支持船、起吊设备和索具以及对岸上支援

基地的后勤保障要求等内容。

书中专门有一章是介绍目前正在使用的一些有代表性的系统，其中包括一些照片和它们的操作特点。这些实例是经过仔细选择的，以便使读者对目前可供使用的种类繁多的系统，以系统设计者为满足各方面要求所作出的富有智慧的创新有较深刻的印象。书中介绍了一些要求完成特别复杂作业任务的使用实例，用来说明各种分系统和设备的综合运用。最后还分析了一些先进系统的设想，借以证明人们在解决特别严峻的工程问题时，对于综合运用本书前几章所介绍的各项技术手段综合运用，确实作出了不懈的努力。

要使水下作业系统获得成功，其研究发展必须遵循合乎逻辑的工作方法。首先必须明确所要完成的任务内容以及完成该任务所处的环境条件，并根据这些资料提出方案，然后在对现有技术加以了解的基础上，选用设备和器材。在精心制造和装配之后必须继之以周密计划的试验程序。整个工程必须按有关设计要求和安全操作的合适技术文件进行。遵循这样的方法并不是说就能确保成功，但对达到预定目标无疑是有益的。

## 第二章 水下作业任务

凡讨论水下作业系统的发展和使用必须先从弄清所要完成的任务着手。本书讨论作业系统和设备的最终目的是要在海中能有效地进行作业。明确了这个宗旨并把它具体化为作业任务以后,就可确定所需的作业工具、传感器件以及将它送到作业现场的运载工具。作业工具及传感器件的运输、指挥以及控制可以由载人潜水器、非载人潜水器或者潜水员来实现。因为时间和财力的节省以及安全性是衡量所有作业系统是否有效的基本条件,因此在着手设计特定的装置以前,必须彻底弄清为完成所规定的任务究竟需要些什么,并且要明确系统的工作对象。

海中经常进行的作业任务分为五类,它们是:(1)紧急情况下的任务;(2)商业开发活动;(3)科学考察活动;(4)按规章进行的监测及调查;(5)试验。

### 紧急情况下的任务

紧急情况是涉及可能丧失生命,丢失极贵重物件,或操作环境极为严峻,不容迟延等,因此时间通常是一个极为重要的因素。最常见的紧急情况往往是由于事故导致载人潜水器沉入海底,如图 2-1 中的 PISCES-Ⅱ 那样;或者是由于潜艇或小型潜水器发生了故障;或者必须将潜水员从居住舱内迅速营救出来。另一种情况是极贵重或很危险的物件失落于海中,重新获得或立即回收显得极为重要,这些物件可以

是炸弹、导弹、弹头、飞机、船只、漏泄的管道或者有毒或有放射性的物质。为了处理应急情况，便提出了以下一些作业任务。

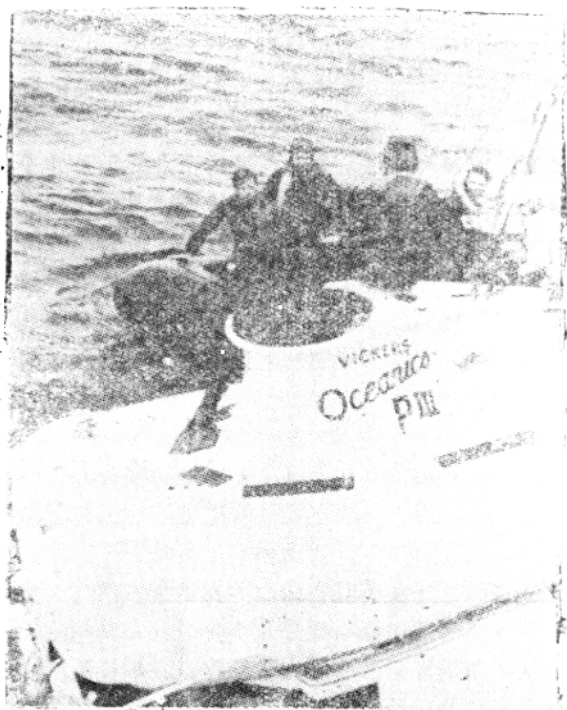


图 2-1 营救“PISCES-III”潜水器

**搜索** 在所指定的海域进行详细搜索以确定目标在海底的位置，并为下一步作业提供位置资料。

**检查** 再次确定目标位置，并在采取下一作业步骤之前进行详细检查，证实所发现的目标确实是所要寻找的物件，

同时弄清物件所处的状态及其详细特征。

**回收、打捞** 做好物件回收出水的准备工作，那就是将起吊缆绳或起吊器材固定到物件上，并且割断系泊索具或其它缠绕物。然后有控制地施加垂向起吊力，进行物件回收出水工作。如果回收出水的物件打算从水路运走，例如打捞出水的船舶及大型舰艇，那么拖曳用的索具以及提供拖曳力的设备就与前面所述的垂直提升设备同样重要。

**装配、改装和修理** 这些任务的作业对象是处于海底，埋于海底，或者位于海洋之中的物件；或者需要拆下，但又重新装上设备的部件；或者进行修理、改装或替换。

**中和** 采用中和方法是为了改变物件的危险状态（可采用爆炸器材），使以后的作业变得安全，例如扫雷，爆炸性军用品的引爆，或者清除阻塞航道的沉船等均属中和作业。

## 商业开发活动

商业开发活动主要包括（1）开发海底资源；（2）收获海中资源；（3）通过海底电缆及管道进行通讯和运输；（4）海洋能源系统；（5）体育活动和娱乐活动。

**海底资源** 开发海底资源，主要是指石油、天然气及铀矿的开发。海下作业需要分几个阶段。在勘探阶段，对探索、导航和测量方面需要做大量工作。在取样阶段，要求提供进入海底作业现场的工具，并利用钻探船、拖缆挖泥机以及备有岩芯取样器和试样抓取器的载人或非载人潜水器等进行现场取样。生产阶段包括最大的作业量，因为水下设备需要在很长的一段时间内连续地处理大量矿物。在生产阶段，经常需要检查水下构件及设备（图2-2），同时还需要有在现场及时进行修理，使生产设施停产时间尽量缩短的工具。最

后是撤离阶段，当生产结束时，要求将所有会对环境造成危险或有害的设备撤离现场。上述各个阶段都是综合性的作业过程，它们各自包括许多方面的作业任务。在着手研制海下作业系统之前，必须详细规定每项作业任务的具体内容。

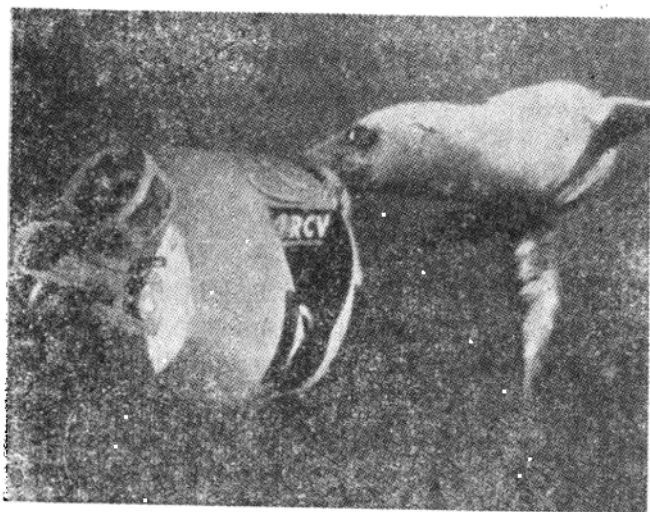


图 2-2 配有助手的水下检查作业

**海中资源** 从海中收获的资源包括水产、海藻及其它海生植物，以及从海水中提取的矿产。现代水产业利用传感器件勘测海底鱼、虾、贝类的栖息地，同时还用传感器件装备深海作业的拖网和渔网，从而使网的开口处于最佳捕捞位置。在深海中的水下浮层上种植藻类的倡议以及发展能保护底层植物的更好收割方法，都要用到海下作业系统的技术。

**通讯和运输** 在海水环境中总是用电缆及管道作为通讯和运输的工具。从开始时勘定电缆及管道的敷设线路到敷设